

538,503

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
29 juillet 2004 (29.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/063528 A1**(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : E21B 47/12(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/003526(22) Date de dépôt international :  
28 novembre 2003 (28.11.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/15608 10 décembre 2002 (10.12.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
GEOSERVICES [FR/FR]; 7, rue Newton, Z.I. du  
Coudray, F-93150 LE BLANC-MESNIL (FR).

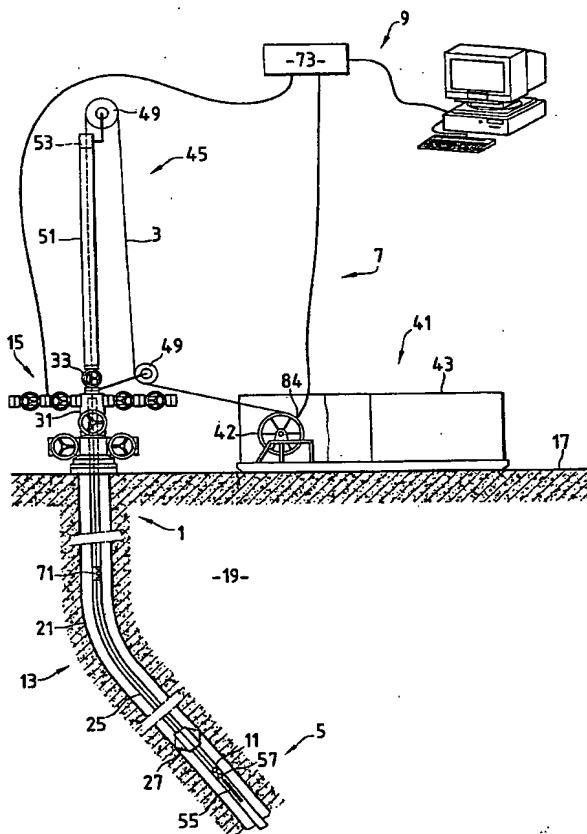
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LE  
BRIERE, Bruno [FR/FR]; 115 rue Manin, F-75019  
PARIS (FR). CHATELET, Vincent [FR/FR]; 12 rue  
Maurice Berteaux, F-93150 LE BLANC MESNIL (FR).  
MILLET, François, Guy [FR/FR]; 29 avenue Beauséjour,  
F-92160 ANTONY (FR).(74) Mandataires : DOMENEGO, Bertrand etc.; CABINET  
LAVOIX, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 PARIS  
(FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DATA TRANSMISSION DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE DONNEES



(57) Abstract: The invention relates to a data transmission device. The inventive device is intended for an installation comprising a cavity (13) which extends from the surface (17) of the ground and which is equipped with at least one tubular electrically-conductive element (21, 25). The device also comprises a smooth, electrically-conductive, single-strand cable (3) which is used to support an assembly (5) for carrying out work and/or taking measurements, said cable having a tensile strength of greater than 300 daN and being disposed in the above-mentioned tubular element (21, 25). The surface of the cable (3) is electrically isolated at least partially from the aforementioned tubular element (21, 25). The device further comprises means (9, 11) of transmitting and receiving (9, 11) an electric and/or electromagnetic signal, which are disposed close to the surface (17) and in the cavity (13) and which are connected electrically to (i) the cable (3) and (ii) to the tubular element (21, 25) and/or the soil formation (19). The invention can be used to transmit data and to control tools in an oil well.

(57) Abrégé : Ce dispositif est relatif à une installation comprenant une cavité (13) à partir de la surface (17) du sol, munie au moins d'un élément (21, 25) tubulaire conducteur de l'électricité. Il comprend un câble (3) lisse monobrin de support d'un ensemble (5) d'intervention ou/et de mesures, conducteur de l'électricité, ayant une charge à la rupture supérieure à 300 daN, disposé dans l'élément tubulaire (21, 25). La surface du câble (3) est isolée électriquement, au moins partiellement, dudit élément tubulaire (21, 25). Le dispositif comprend des moyens (9, 11) d'émission et de réception (9, 11) d'un signal électrique ou/et électromagnétique situés au voisinage de la surface (17) et dans la cavité (13) et reliés électriquement, d'une part, au câble (3) et, d'autre part, à l'élément tubulaire (21, 25) et/ou à la formation

(19). Application à la transmission d'informations et à la commande d'outils dans un puits de

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/063528 A1



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

PTO 09 JUN 2005

## DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE DONNEES

La présente invention est relative à un dispositif de transmission de données pour une installation d'exploitation de fluides contenus dans un sous-sol, l'installation comprenant une cavité délimitée dans une formation du sous-sol à partir de la surface du sol, cette cavité étant munie d'au moins un élément tubulaire conducteur de l'électricité, ce dispositif étant du type comprenant un câble lisse monobrin de support d'un ensemble d'intervention ou/et de mesures, ce câble ayant une charge à la rupture supérieure à 300 daN, étant réalisé en un matériau conducteur de l'électricité, et étant disposé dans l'élément tubulaire entre un premier point à la surface du sol et un second point dans la cavité et à une installation d'exploitation de fluides contenus dans un sous-sol associée.

Le terme « élément tubulaire » désigne un élément creux et allongé, par exemple un élément sensiblement cylindrique.

Il est connu d'utiliser des câbles lisses monobrin, de type « corde à piano » (ou « slickline ») pour réaliser diverses opérations mécaniques (désignées communément par « opérations au câble » ou « opérations slickline ») au fond d'un puits de pétrole ou d'un autre effluent (notamment gaz, vapeur, eau). Ces opérations peuvent être, par exemple, l'ouverture et la fermeture de vannes, la mise en place d'éléments, ou la perforation d'une paroi.

Ces câbles, qui sont désignés par « câbles lisses » ou « corde à piano » dans la présente demande, présentent l'avantage d'être simples à utiliser. Ils possèdent par nature de bonnes propriétés mécaniques, contrairement aux câbles électriques torronés. La réalisation de l'étanchéité en tête de puits est notamment plus aisée sur les câbles de type « corde à piano » que sur les câbles électriques torronés.

Cependant, leur usage est limité à une fonction mécanique, ce qui peut présenter des inconvénients. Par exemple, dans le cas d'opérations de perforation, lorsqu'une charge explosive est descendue au fond du puits en bout d'un câble de type « corde à piano », un minuteur est prévu, qui provoque le déclenchement de l'explosif au bout d'un temps prédéterminé. Dans un tel cas, un opérateur en surface ne possède aucun moyen pour s'assurer

que l'explosion a bien eu lieu et lorsque le câble est remonté en surface, l'outil peut contenir des charges explosives résiduelles, ce qui peut être dangereux.

On connaît par ailleurs des câbles électriques torronés qui permettent  
5 de remplir des fonctions de transmission de grandeurs électriques. Toutefois, ces câbles sont plus coûteux et leur maniement en tête de puits est plus compliqué que celui d'un câble lisse.

L'invention a pour but principal de permettre par des moyens particulièrement simples et économiques la transmission de données entre un dispositif de commande en surface et un outil disposé au bout d'un câble de  
10 type « corde à piano » ou entre des moyens de mesure situés dans le puits, et la surface.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif du type précité caractérisé en ce que la surface du câble est, au moins partiellement isolée électriquement, dudit élément tubulaire et en ce que le dispositif comprend en  
15 outre des moyens d'émission d'un signal électrique ou/et électromagnétique situés au voisinage de l'un ou des deux premier et second points et des moyens de réception d'un signal électrique et/ou électromagnétique situés au voisinage de l'autre ou des deux premier et second points ; chacun de  
20 ces moyens d'émission et de réception étant relié électriquement d'une part, au câble et d'autre part à l'élément tubulaire et/ou à la formation; le câble constituant une partie de la boucle de transmission du signal électrique et/ou électromagnétique entre les moyens d'émission et les moyens de réception.

Le dispositif selon l'invention peut comporter une ou plusieurs des  
25 caractéristiques prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniquement possibles :

- la surface du câble comporte un revêtement continu en matériau isolant et est isolée électriquement dudit élément tubulaire ;
- l'épaisseur du revêtement continu en matériau isolant est égale à la  
30 moitié de la différence de diamètre entre deux câbles standards non revêtus ;
- la surface du câble est munie à intervalles réguliers de centreurs en matériau isolant pour l'isoler électriquement dudit élément tubulaire ;

- les moyens d'émission et de réception au voisinage des premier et second points sont reliés électriquement audit élément tubulaire et le signal émis par les moyens d'émission et reçu par les moyens de réception est un signal électrique ;

5           - la cavité est munie au moins d'un premier élément tubulaire et d'un second élément tubulaire disposé dans le premier élément et le câble est disposé dans l'espace annulaire entre le premier et le second élément ;

          - la surface du câble a au moins un point de contact électrique avec ledit élément tubulaire et les moyens d'émission ou/et de réception au voisi-  
10           nage des premier et second points et ledit élément tubulaire sont reliés électriquement à la formation ;

          - le signal électrique émis par les moyens d'émission au voisinage du premier point est injecté sur un premier dipôle comprenant, d'une part, un point de contact électrique entre les moyens d'émission au voisinage du  
15           premier point et le câble et d'autre part un point de contact électrique entre les moyens d'émission au voisinage du premier point et la formation, ce premier dipôle générant un signal électromagnétique reçu par un second dipôle comprenant, d'une part, un desdits points de contact électrique entre le câble et l'élément tubulaire et d'autre part, un point de contact électrique  
20           entre les moyens de réception au voisinage du second point et l'élément tubulaire, le signal électromagnétique reçu par le second dipôle générant un signal électrique transmis aux moyens de réception au voisinage du second point ;

          - le signal électrique émis par les moyens d'émission au voisinage du  
25           second point est injecté sur un second dipôle comprenant, d'une part, un desdits points de contact électrique entre le câble et l'élément tubulaire et d'autre part, un point de contact électrique entre les moyens d'émission au voisinage du second point et l'élément tubulaire, ce second dipôle générant un signal électromagnétique reçu par un premier dipôle comprenant, d'une  
30           part, un point de contact électrique entre les moyens de réception au voisinage du premier point et le câble, d'autre part, un point de contact électrique entre les moyens de réception au voisinage du premier point et la formation,

le signal électromagnétique reçu par le premier dipôle générant un signal électrique transmis aux moyens de réception au voisinage du premier point ;

- le contact électrique entre les moyens d'émission ou/et de réception au voisinage du premier point et la formation est effectué au moyen d'un organe conducteur ancré dans le sol ;

- des moyens d'émission et des moyens de réception d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés au voisinage de l'un et l'autre des premier et second points ;

- des moyens d'émission d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés uniquement au voisinage de l'un des premier et second points et des moyens de réception d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés uniquement au voisinage de l'autre des premier et second points.

L'invention a également pour objet une installation d'exploitation de fluides contenus dans un sous-sol, l'installation comprenant une cavité délimitée dans une formation du sous-sol à partir de la surface du sol et fermée au niveau du sol par une tête de puits, cette cavité étant munie d'au moins un élément tubulaire conducteur de l'électricité, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de transmission tel que défini ci-dessus.

L'installation selon l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniquement possibles :

- elle comprend un dispositif d'application d'un revêtement isolant sur le câble ;

- la tête de puits est précédée d'un sas muni d'un dispositif d'étanchéité pour le câble et le dispositif d'application du revêtement isolant sur le câble est disposé dans le sas, en aval du dispositif d'étanchéité ; et

- elle comprend des moyens de déploiement et un dispositif d'alignement du câble dans la tête de puits comprenant au moins une poulie et le dispositif d'application du revêtement isolant sur le câble est disposé entre les moyens de déploiement et le dispositif d'alignement et la ou chaque poulie est isolée électriquement de la tête de puits et/ou de la formation.

Des exemples de mise en œuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 représente schématiquement une première configuration d'un dispositif de transmission selon l'invention ;

5        - la Figure 2 représente schématiquement un dispositif d'application in-situ d'un revêtement isolant sur la surface du câble de type « corde à piano » ;

- la Figure 3 représente schématiquement une deuxième configuration d'un dispositif de transmission selon l'invention ; et

10       - la Figure 4 représente schématiquement une troisième configuration d'un dispositif de transmission selon l'invention.

Un dispositif selon l'invention est utilisé par exemple lors d'interventions dans une installation 1 de puits de production de pétrole, comme une campagne de mesures en fond de forage ou une opération de perforation réalisée à l'aide d'un outil monté au bout d'un câble de type  
15       « corde à piano ».

Il comprend un câble lisse 3 supportant un ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures et associé à des moyens de déploiement 7. Le dispositif comprend en outre des premiers moyens 9 et des seconds moyens 11  
20       d'émission/réception d'un signal électrique et/ou électromagnétique.

L'installation 1 de puits de production de pétrole comprend une cavité 13 ou « puits » fermée par une tête de puits 15, au niveau de la surface 17 du sol.

Cette cavité 13 est de forme généralement tubulaire. Elle s'étend entre la surface du sol 17 et la nappe de fluide à exploiter (non représentée)  
25       située en profondeur dans une formation du sous-sol 19. Elle est délimitée par un premier conduit tubulaire 21 extérieur appelé « cuvelage », composé d'un assemblage de tubes en matériau conducteur de l'électricité (métal).

Un second conduit tubulaire 25 (appelé « tubage de production ») de diamètre plus faible, est monté à l'intérieur du premier conduit 21 et formé également d'un assemblage de tubes métalliques en métal. Ce second conduit 25 est calé sensiblement au centre du premier conduit 21 au moyen  
30       de centreurs 27 à lames, en matériau conducteur de l'électricité (métal).

La tête de puits 15 comprend un corps 31 en matériau conducteur de l'électricité, muni d'une vanne d'intervention 33.

Le corps 31 de la tête de puits 15 est monté sur l'extrémité du premier conduit 21 à la surface du sol 17. L'extrémité du second conduit 25 est montée dans le corps 31. Le second conduit 25 est fermé par la vanne d'intervention 33 située dans le prolongement du second conduit 25.

Le câble lisse 3 est un câble monobrin de type « corde à piano » ou « slickline ». Il est réalisé en matériau métallique, tel qu'un acier galvanisé ou inoxydable (par exemple type 316). Ce câble lisse possède une bonne résistance à la traction et une flexibilité adéquate. Typiquement, ce type de câble possède une charge à la rupture de 300 à 1500 daN, de préférence de 600 à 1000 daN, et une résistance électrique relativement élevée, comprise entre 30 mΩ/m et 500 mΩ/m, de préférence entre 35 mΩ/m et 300 mΩ/m.

Le diamètre du câble lisse 3 est adapté pour être introduit dans la tête de puits 15. Typiquement, le diamètre des câbles de ce type est compris entre 1 mm et 5 mm, préférentiellement entre 1,5 mm et 4 mm.

Le câble lisse 3 est introduit dans le second conduit 25 à l'aide de moyens de déploiement 7. Ces moyens 7 comprennent un treuil 41 muni d'un enrouleur 42 associé à une centrale hydraulique ou électrique 43 et un dispositif 45 d'alignement et d'étanchéité.

Les moyens de déploiement 7 du câble lisse 3 peuvent être posés sur le sol 17 ou éventuellement embarqués sur un véhicule (non représenté).

La première extrémité du câble lisse 3 est fixée à l'enrouleur 42. Le dispositif 45 d'alignement et d'étanchéité comprend deux poulies 49 de renvoi, un sas 51 et un presse-étoupe 53.

La surface extérieure du câble 3 étant lisse, l'étanchéité au niveau du sas 51 peut être réalisée par un simple presse-étoupe 53.

Le câble lisse 3 porte à son extrémité libre un ensemble 55 d'intervention ou/et de mesures comprenant, dans ce cas, une partie active 55, notamment un outil, et une partie de commande 57.

L'outil 55 permet de réaliser une ou plusieurs opérations dans le puits. Ces opérations sont commandées à partir de la surface du sol 17, à l'aide du dispositif de transmission de données selon l'invention.



Dans le premier mode de réalisation (Figure 1), la surface extérieure du câble lisse 3 est totalement isolée électriquement du second conduit 25. Pour cela, un matériau isolant électriquement est appliqué sur la surface extérieure du câble lisse 3.

5 Ce matériau isolant continu peut être choisi parmi un matériau thermoplastique, une peinture, ou une résine et être appliqué de manière permanente sur le câble. Il peut aussi être appliqué de façon temporaire et être choisi parmi les graisses, les lubrifiants, les goudrons ou produits analogues.

10 L'application du matériau isolant sur le câble lisse 3 peut être effectuée lors du tréfilage ou du conditionnement du câble 3. Cette application peut aussi être effectuée sur le site, au voisinage de la cavité 13, au moyen d'un dispositif 61 d'application décrit Figure 2.

15 Ce dispositif d'application peut être intercalé dans le sas 51 entre son extrémité 53 et la vanne d'intervention 33 de la tête de puits. Il comprend une chambre 63 d'application d'un produit isolant injecté au travers d'une vanne 65 et des moyens 67 de cuisson, fusion ou polymérisation de ce produit, comme par exemple des spires de chauffage par induction.

20 Si le dispositif d'application 61 est disposé dans le sas 51, les poulies de renvoi 49 ainsi que l'enrouleur 42 doivent être isolés électriquement de la tête de puits et/ou de la formation 19 pour assurer le bon fonctionnement du dispositif de transmission selon l'invention.

En variante, le dispositif d'application 61 peut aussi être placé entre le treuil 41 et la poulie de renvoi inférieure 49.

25 Avantageusement, on peut utiliser un câble lisse 3 standard non revêtu (dont le diamètre est par exemple 2,34 mm ou 2,74 mm) et appliquer à ce câble lisse 3 un revêtement d'épaisseur égale à la moitié de la différence de diamètre entre ce câble 3 et un câble lisse standard de diamètre supérieur. Ainsi, le diamètre du câble lisse 3 revêtu est de taille standard par rapport aux équipements existants de « slick line » (2,74 mm ou 3,17 mm dans  
30 l'exemple ci-dessus). Le câble lisse 3 revêtu s'adapte alors facilement aux équipements existants de « slick line ».

Dans une variante (non représentée) de l'invention, le câble lisse 3 peut être isolé électriquement du second conduit au moyen de centreurs 71

en matériau isolant disposés à intervalles réguliers dans le second conduit 25, sans l'utilisation d'un revêtement isolant.

Des premiers moyens 9 d'émission et de réception d'un signal électrique sont disposés au voisinage de la tête de puits 15. Ils comprennent une  
5 unité 73 de commande, reliée électriquement d'une part au câble lisse 3 et d'autre part à la tête de puits 15.

Des seconds moyens 11 d'émission et de réception d'un signal électrique sont montés sur la seconde extrémité du câble lisse 3 au voisinage de l'outil 55. Les seconds moyens d'émission et de réception 11 sont  
10 connectés à la partie de commande 57. Dans ce premier dispositif de transmission selon l'invention, ces moyens 11 sont par ailleurs reliés électriquement d'une part au câble lisse 3 et d'autre part au second conduit 25.

Les premiers et seconds moyens d'émission et de réception comprennent un circuit électronique et une source d'énergie, par exemple une  
15 batterie. Ils peuvent émettre et recevoir un signal électrique alternatif modulé de basse ou moyenne fréquence. Ces moyens connus en soi ne sont pas décrits en détail. Un exemple d'émetteur/récepteur pouvant être utilisé dans ce dispositif est proposé par la société GEOSERVICES sous la dénomination WTD (Wireless Transmitted Data).

Par basse ou moyenne fréquence, on entend des fréquences comprises entre 1 Hz et 50000 Hz, de préférence entre 5 Hz et 5000 Hz. La transmission des données entre les moyens d'émission et les moyens de réception s'effectue sur des distances comprises entre 0 et 10000 m, de préférence entre 500 et 6000 m.  
20

Le signal électrique transmis de la surface vers le fond est, dans ce cas, un signal de commande généré par l'opérateur et le signal électrique transmis depuis le fond vers la surface est un signal de validation généré par la partie de commande 57.  
25

Par ailleurs, le courant injecté par les moyens d'émission 9, 11 est compris entre 0 et 10 Ampères, préférentiellement entre 0 et 2 Ampères, sous une tension de 0 à 50 Volts, préférentiellement de 5 à 25 Volts. Ces moyens sont identiques à ceux utilisés couramment dans le cadre des transmissions de données par signal électromagnétique.  
30

En variante, une source de courant, telle qu'utilisée dans les transmissions de signal par câble électrique torroné peut être utilisée dans ce premier mode de réalisation. Un exemple de source de courant pouvant être utilisée est proposé par la société GEOSERVICES sous le nom navette EMROD®.

Par ailleurs, dans le cas où seule une transmission depuis la surface vers le fond du puits est nécessaire, par exemple pour une simple commande, l'opérateur en surface actionne un simple émetteur 9 et l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures peut être muni seulement de moyens de réception 11.

Dans une autre variante, l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures peut aussi comporter des moyens (non représentés) de détection de grandeurs physiques telles que température, pression, débit, profondeur, statut d'une vanne de profondeur, rayonnement naturel du terrain (rayonnement  $\gamma$ ), localisation de joints de tubage (« Casing Collar Locator ») ou autres.

Dans le cas de simples campagnes de mesures en fond de puits, l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures peut comprendre seulement des moyens de détection et un émetteur 11, la surface étant alors équipée seulement de moyens de réception 9.

Le fonctionnement du premier dispositif selon l'invention lors d'une opération de perforation va maintenant être décrit comme exemple.

Lorsque l'ensemble d'intervention 5 ou/et de mesures a atteint la profondeur souhaitée, les premiers moyens d'émission/réception 9 à la surface du sol 17 émettent un signal électrique de commande sous forme d'un courant électrique modulé. Le câble lisse 3 étant isolé électriquement du second conduit 25, une boucle de courant est établie entre les premiers moyens d'émission/réception 9, le câble lisse 3, les seconds moyens d'émission/réception 11, le second conduit 25 et la tête de puits 15. Malgré les propriétés médiocres de conductivité électrique du câble 3, le signal électrique de commande est transmis à l'organe de commande 57 de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures, via le câble 3. La partie active

55 de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures exécute alors la commande par exemple, déclencher une charge explosive.

Lorsque la partie active 55 de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures a fini d'exécuter la commande, les seconds moyens d'émission/réception 11 émettent un signal électrique de validation sous forme d'un courant électrique circulant sur la boucle de courant décrite précédemment. Ce signal de validation est reçu par les premiers moyens d'émission/réception 9. Un opérateur en surface peut donc recevoir une confirmation de la bonne exécution de l'opération commandée et passer à l'opération suivante (par exemple, remonter le câble et l'ensemble d'intervention ou/et de mesures).

Un deuxième dispositif de transmission de données selon l'invention est représenté sur la Figure 3.

A la différence du premier dispositif selon l'invention, le câble lisse 3 est disposé dans l'espace annulaire entre le premier conduit 21 et le second conduit 25.

Ce câble lisse 3 est installé de manière permanente dans l'installation de puits de production de pétrole représentée Figure 3. A cet effet, le câble lisse 3 peut être fixé sur la surface extérieure du second conduit 25 par des attaches 75 et positionné lors de la mise en place du second conduit 25 dans le premier conduit 21.

Dans ce deuxième dispositif selon l'invention, la surface extérieure du câble lisse 3 est revêtue par un matériau isolant appliqué de manière permanente.

A la différence de l'installation représentée sur la Figure 1, les moyens de déploiement 7 ne sont plus nécessaires. Le câble lisse est donc directement relié à l'unité de commande 73.

Le fonctionnement du deuxième dispositif selon l'invention est par ailleurs identique à celui du premier dispositif selon l'invention.

Un troisième dispositif de transmission de données selon l'invention est représenté sur la Figure 4.

A la différence du dispositif représenté sur la Figure 1, la surface du câble lisse 3 a au moins un point de contact électrique 81 avec le second conduit 25.

5 D'autre part, les premiers moyens d'émission/réception 9 sont reliés électriquement d'une part, au câble lisse 3 et d'autre part, à la formation du sous-sol 19, via un pieu 83 en matériau conducteur de l'électricité, planté dans la formation 19 à la surface du sol 17.

En variante, le pieu 83 peut être planté dans un fond sous-marin, si l'installation est relative à un forage en pleine mer.

10 Le fonctionnement du troisième dispositif selon l'invention est analogue à celui du premier dispositif selon l'invention.

Une fois l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures positionné à la profondeur souhaitée, les premiers moyens d'émission/réception 9 émettent un signal de commande électrique. Ce signal est identique à celui généré dans le premier dispositif selon l'invention. Il peut donc être généré par des  
15 moyens identiques.

Ce signal est injecté dans un premier dipôle formé par, d'une part, le point de contact 84 entre le câble 3 et les premiers moyens d'émission/réception et d'autre part, le pieu 83. Le signal électrique injecté dans ce premier dipôle donne lieu à la propagation, dans les terrains environnant le puits d'un signal électromagnétique de commande, en l'occurrence une onde électromagnétique, qui contient l'information à transmettre. Ce signal électromagnétique de commande descend alors vers le fond du puits, guidé par le câble lisse 3 et/ou le second conduit 25. Ce signal électromagnétique de commande est recueilli par un second dipôle formé entre, d'une part, le point de contact électrique 81 du câble 3 avec le second conduit 25 le plus proche de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures et, d'autre part, le point de contact électrique 87 des seconds moyens d'émission/réception 9 avec le second conduit 25, le second conduit étant  
25 relié électriquement à la formation 19 par les centreurs 27 et le premier conduit 21. Le signal électromagnétique reçu sur le second dipôle génère un signal électrique qui est reçu par les seconds moyens d'émission/réception  
30 11.

De même, le signal de validation de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures est généré sous forme d'un signal électrique injecté sur un premier dipôle formé par, d'une part, le point de contact électrique 81 entre le câble 3 et le second conduit 25 le plus proche de l'ensemble 5 d'intervention ou/et de mesures et, d'autre part, le point de contact électrique 87 entre les moyens d'émission 11 et le second conduit 25. Ce dernier point de contact est relié électriquement à la formation 19. Le signal électrique injecté dans ce premier dipôle donne lieu à la propagation, dans les terrains environnant le puits d'un signal électromagnétique de commande, en l'occurrence une onde électromagnétique, qui contient l'information à transmettre. Ce signal électromagnétique de validation remonte alors à la surface, guidé par le câble lisse 3 et/ou le second conduit 25. Ce signal électromagnétique de validation est recueilli par un second dipôle formé entre, d'une part, le point de contact électrique 84 des premiers moyens d'émission/réception 9 avec le câble 3 et, d'autre part, le point de contact électrique des premiers moyens d'émission/réception 9 avec la formation 19 au niveau du pieu 83. Le signal électromagnétique reçu sur le second dipôle génère un signal électrique qui est reçu par les premiers moyens d'émission/réception 9.

Grâce à l'invention qui vient d'être décrite, un dispositif est obtenu pour la transmission de données en temps réel entre un outil situé à l'extrémité d'un câble lisse monobrin de type « corde à piano » disposé dans le fond d'une installation de puits de production de pétrole et un organe de commande à la surface.

Il est ainsi possible de tirer avantage simultanément d'une part des propriétés mécaniques des câbles lisses pour les opérations « slickline », à savoir une étanchéité facile à réaliser en tête de puits et une résistance mécanique élevée par rapport aux câbles électriques torronés et d'autre part, de la possibilité de transmettre des informations en temps réel entre le fond et la surface. Ce résultat est obtenu de manière surprenante, malgré les mauvaises propriétés de conductivité électrique du câble lisse.

Par ailleurs, le dispositif peut s'adapter facilement à une installation existante.

### REVENDECATIONS

1. Dispositif de transmission de données pour une installation (1) d'exploitation de fluides contenus dans un sous-sol (19), l'installation comprenant une cavité (13) délimitée dans une formation du sous-sol (19) à partir de la surface (17) du sol, cette cavité (13) étant munie au moins d'un élément (21 ; 25) tubulaire conducteur de l'électricité, ce dispositif étant du type comprenant un câble (3) lisse monobrin de support d'un ensemble (5) d'intervention ou/et de mesures, ce câble ayant une charge à la rupture supérieure à 300 daN, étant réalisé en un matériau conducteur de l'électricité, et étant disposé dans l'élément tubulaire (21 ; 25) entre un premier point à la surface du sol (17) et un second point dans la cavité (13), caractérisé en ce que la surface du câble (3) est isolée électriquement, au moins partiellement, dudit élément tubulaire (21 ; 25) et en ce que le dispositif comprend en outre des moyens (9 , 11) d'émission d'un signal électrique et/ou électromagnétique situés au voisinage de l'un ou des deux premier ou second points et des moyens (9 , 11) de réception d'un signal électrique et/ou électromagnétique situés au voisinage de l'autre ou des deux premier et second points ; chacun de ces moyens d'émission et de ces moyens de réception étant relié électriquement d'une part, au câble (3) et d'autre part à l'élément tubulaire (21 ; 25) et / ou à la formation (19) ; le câble (3) constituant une partie de la boucle de transmission du signal électrique et/ou électromagnétique entre les moyens d'émission (9, 11) et les moyens de réception (9, 11).

2. Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface du câble (3) comporte un revêtement continu en matériau isolant et est isolée électriquement dudit élément tubulaire (21 ; 25).

3 Dispositif de transmission selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'épaisseur du revêtement continu en matériau isolant est égale à la moitié de la différence de diamètre entre deux câbles standards (3) non revêtus.

4. Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface du câble (3) est munie à intervalles réguliers de centreurs (71) en matériau isolant pour l'isoler électriquement dudit élément tubulaire (21 ; 25).

5 5. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens d'émission et de réception (9, 11) au voisinage des premier et second points sont reliés électriquement audit élément tubulaire (21; 25) et en ce que le signal émis par les moyens d'émission (9,11) et reçu par les moyens de réception (9, 11) est un signal électrique.

10 6. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la cavité (13) est munie au moins d'un premier élément (21) tubulaire et d'un second élément (25) tubulaire disposé dans le premier élément (21) et en ce que le câble (3) est disposé dans l'espace annulaire entre le premier (21) et le second (25) élément.

15 7. Dispositif d'immobilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la surface du câble (3) a au moins un point (81) de contact électrique avec ledit élément tubulaire (21 ; 25) et en ce que les moyens d'émission ou/et de réception (9,11) au voisinage des premier et second points et ledit élément tubulaire (21 ; 25) sont reliés électriquement à la formation (19).

20 8. Dispositif de transmission selon la revendication 7, caractérisé en ce que le signal électrique émis par les moyens d'émission (9) au voisinage du premier point est injecté sur un premier dipôle comprenant, d'une part, un point de contact électrique (84) entre les moyens d'émission (9) au voisinage du premier point et le câble (3) et d'autre part un point de contact électrique (83) entre les moyens d'émission (9) au voisinage du premier point et la formation (19) ; ce premier dipôle générant un signal électromagnétique  
25 reçu par un second dipôle comprenant, d'une part, un desdits points de contact électrique (81) entre le câble (3) et l'élément tubulaire (21; 25) et d'autre part, un point de contact électrique (87) entre les moyens de réception (11) au voisinage du second point et l'élément tubulaire (21 ; 25), le signal électromagnétique reçu par le second dipôle générant un signal électrique transmis aux moyens de réception (11) au voisinage du second point.  
30

9. Dispositif de transmission selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que le signal électrique émis par les moyens d'émission (11) au voisinage du second point est injecté sur un second dipôle compre-



nant, d'une part, un desdits points de contact électrique (81) entre le câble et l'élément tubulaire (21; 25) et d'autre part un point de contact électrique (87) entre les moyens d'émission (11) au voisinage du second point et l'élément tubulaire (21 ; 25), ce second dipôle générant un signal électromagnétique  
5 reçu par un premier dipôle comprenant, d'une part, un point de contact électrique (84) entre les moyens de réception (9) au voisinage du premier point et le câble (3), d'autre part, un point de contact électrique (83) entre les moyens de réception (9) au voisinage du premier point et la formation (19) ; le signal électromagnétique reçu par le premier dipôle générant un signal  
10 électrique transmis aux moyens de réception (9) au voisinage du premier point.

10. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le contact électrique entre les moyens d'émission ou/et de réception au voisinage du premier point et la formation  
15 est effectué au moyen d'un organe conducteur (83) ancré dans le sol (19).

11. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que des moyens d'émission (9, 11) et des moyens de réception (9, 11) d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés au voisinage de l'un et l'autre des premier et second points.

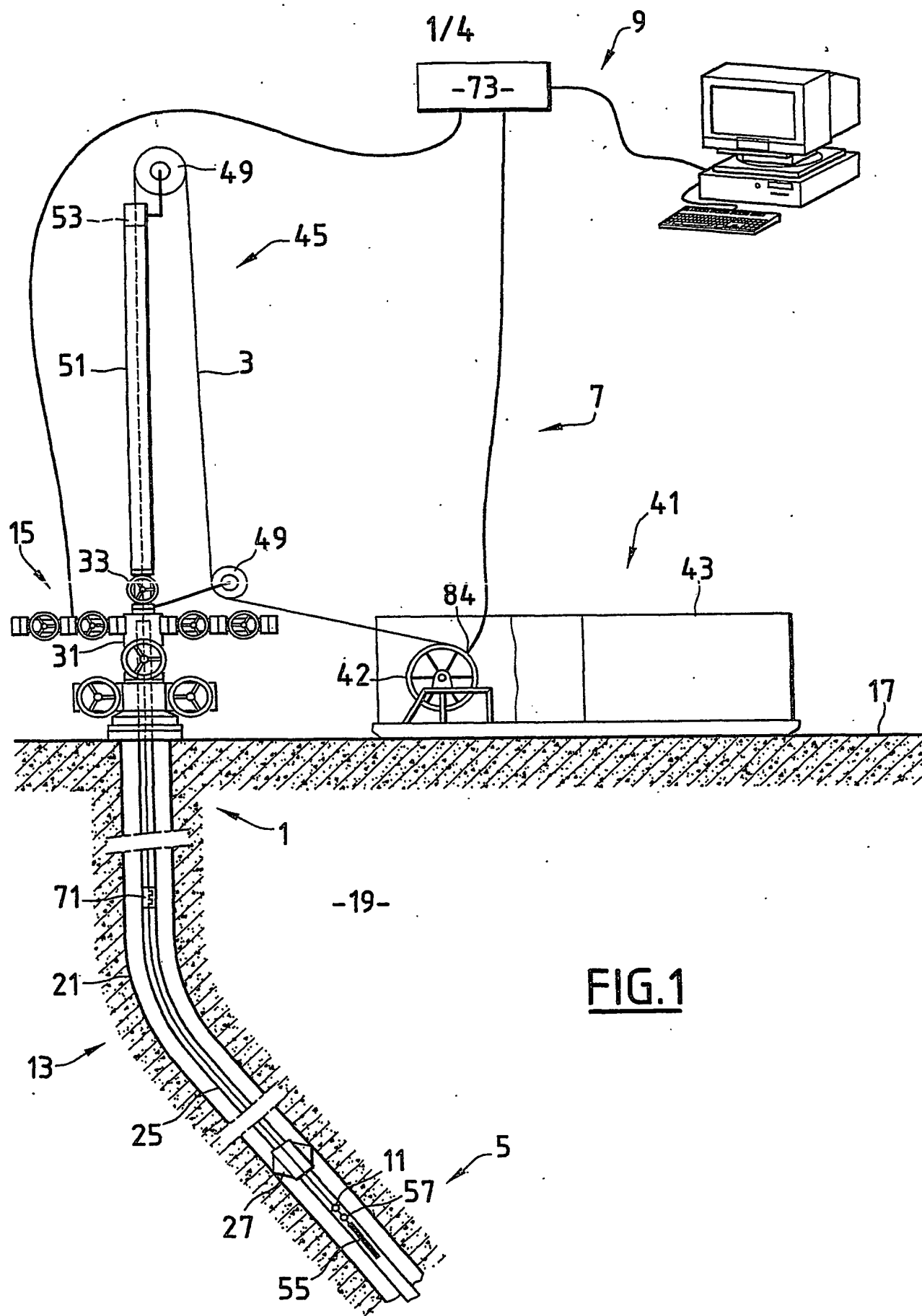
20 12. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que des moyens d'émission (9) d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés uniquement au voisinage de l'un des premier et second points et des moyens de réception (11) d'un signal électrique ou/et électromagnétique sont situés uniquement au voisinage  
25 de l'autre des premier et second points.

13. Installation d'exploitation de fluides contenus dans un sous-sol (19), l'installation comprenant une cavité (13) délimitée dans une formation du sous-sol (19) à partir de la surface (17) du sol et fermée au niveau du sol par une tête de puits (15), cette cavité (13) étant munie au moins d'un élément  
30 (21 ; 25) tubulaire conducteur de l'électricité, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

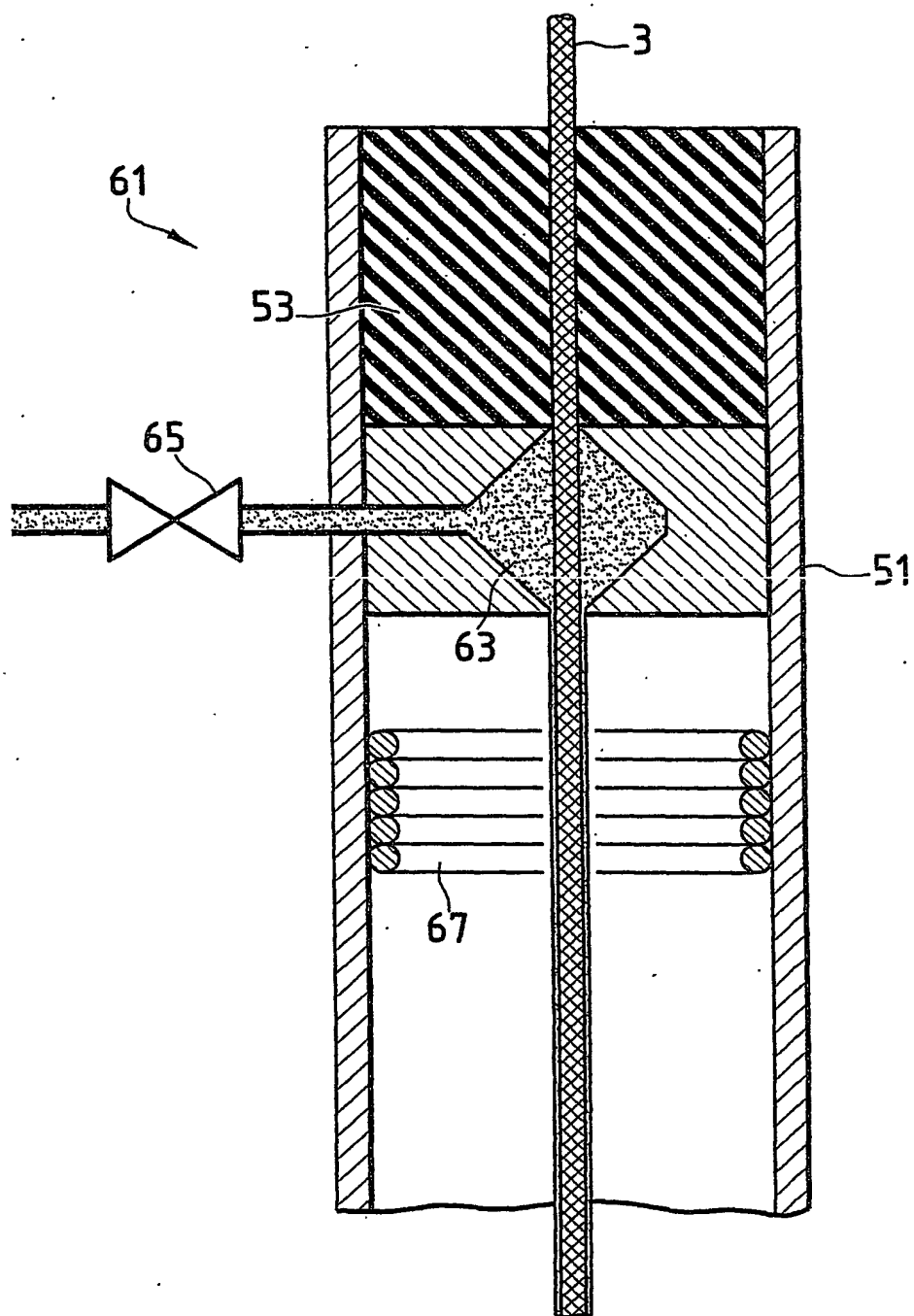
14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif (61) d'application d'un revêtement isolant sur le câble (3).

5 15. Installation selon la revendication 14 dans lequel la tête de puits (15) est précédée d'un sas (51) muni d'un dispositif d'étanchéité (53) pour le câble (3) caractérisée en ce que le dispositif d'application (61) du revêtement isolant sur le câble (3) est disposé dans le sas (51), en aval du dispositif d'étanchéité (53).

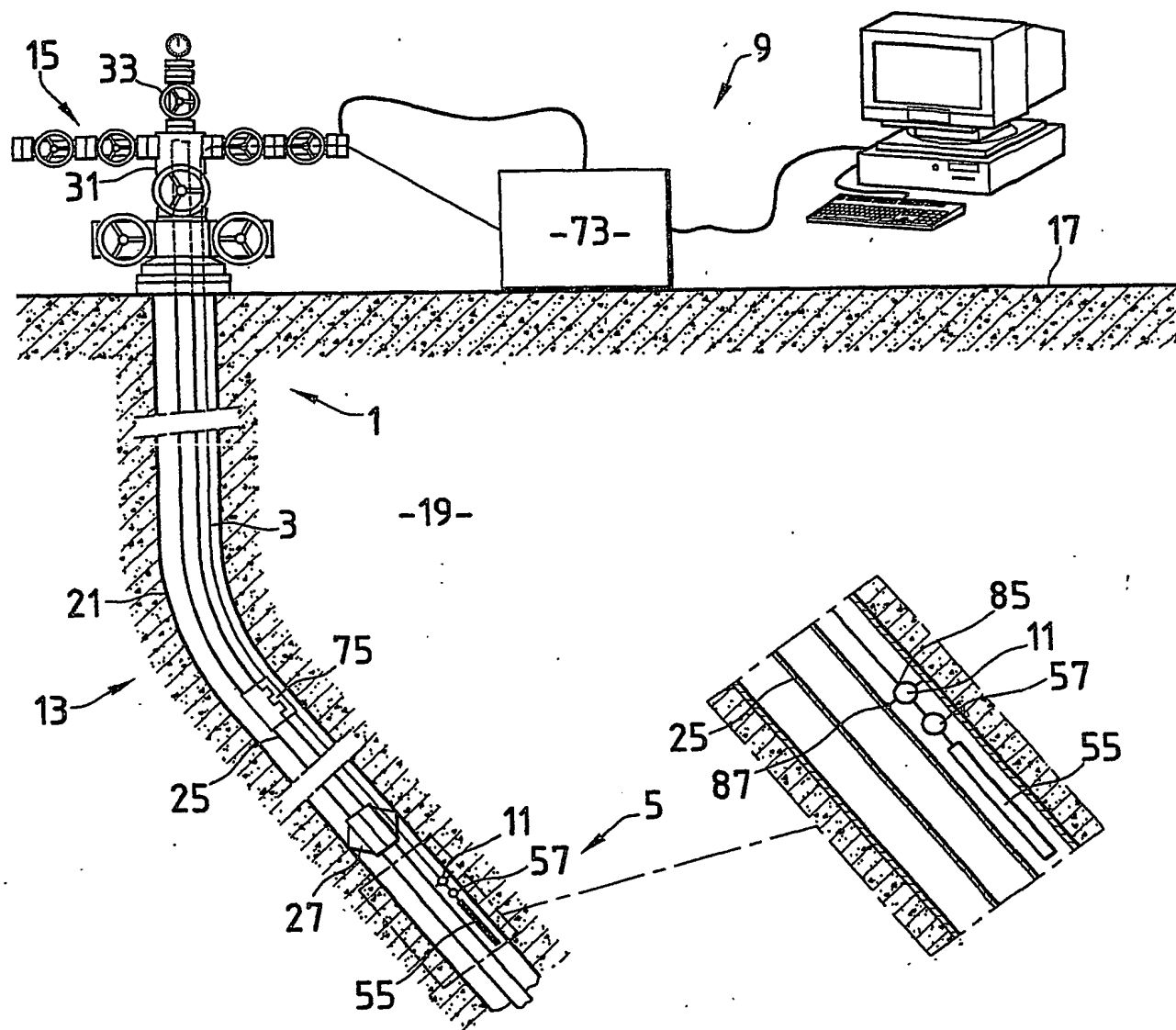
10 16. Installation selon la revendication 14 comprenant des moyens de déploiement (7) et un dispositif d'alignement (43) du câble (3) dans la tête de puits (15) comprenant au moins une poulie (49) caractérisée en ce que le dispositif d'application (61) du revêtement isolant sur le câble (3) est disposé entre les moyens de déploiement (7) et le dispositif d'alignement (43) et en ce que la ou chaque poulie (49) est isolée électriquement de la tête de  
15 puits (15) et/ou de la formation (19).

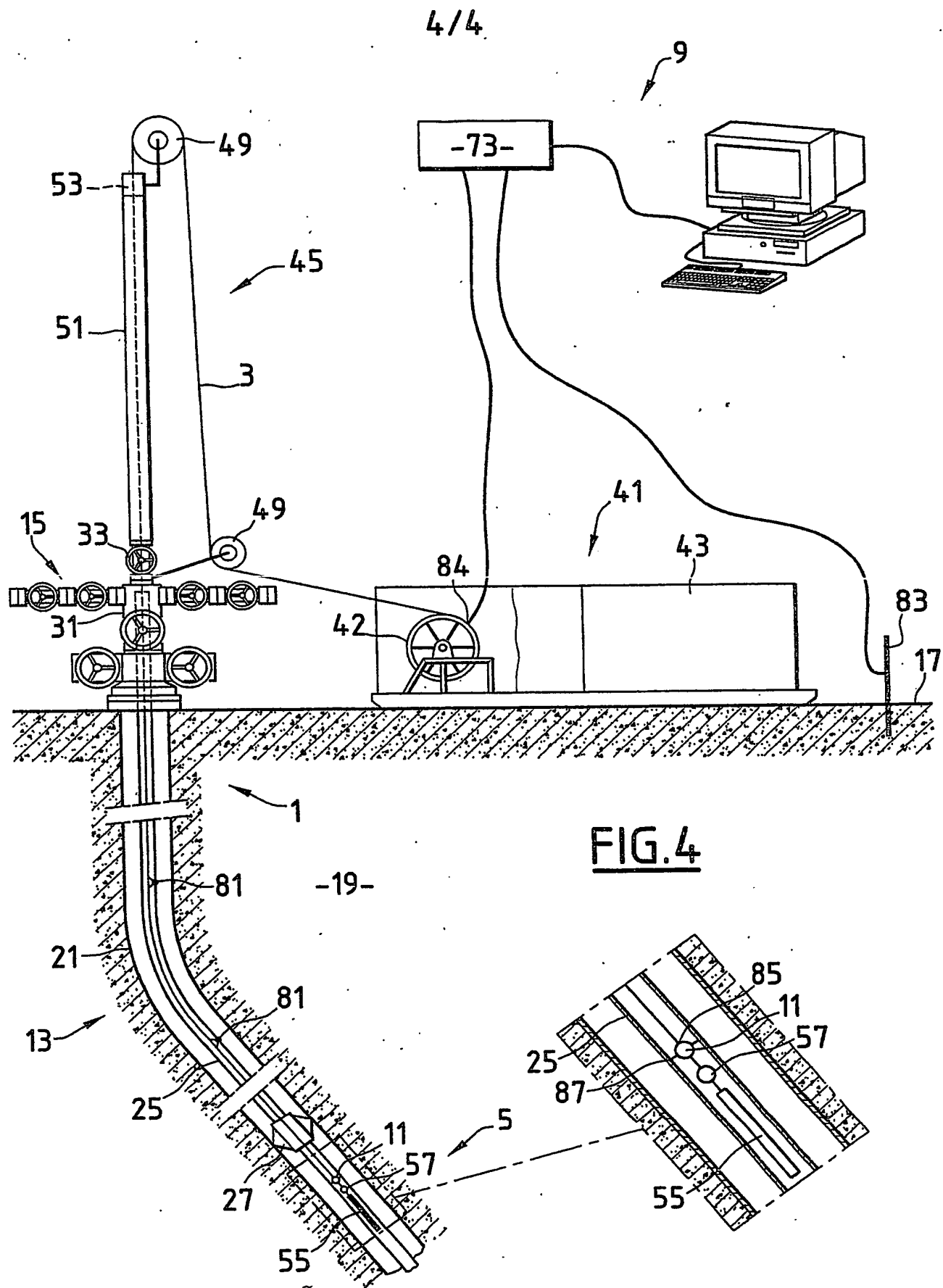


2/4

FIG.2

3/4

FIG.3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/03526

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 E21B47/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/20129 A (MACHINES (UK) LTD.) 22 March 2001 (2001-03-22) abstract	1, 13

☐

Further documents are listed in the continuation of box C.

☒

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the International filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 Apr11 2004

Date of mailing of the international search report

23/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rampelmann, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 03/03526

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0120129	A	22-03-2001	
		AU 7028600 A	17-04-2001
		CA 2383316 A1	22-03-2001
		EP 1214501 A2	19-06-2002
		WO 0120129 A2	22-03-2001
		NO 20021279 A	29-04-2002



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/03526

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 E21B47/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 01/20129 A (MACHINES (UK) LTD.) 22 mars 2001 (2001-03-22) abrégé	1, 13

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 avr11 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Rampelmann, K

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs

aux familles de brevets

PCT/FR 03/03526

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 0120129	A	22-03-2001	AU	7028600 A	17-04-2001
			CA	2383316 A1	22-03-2001
			EP	1214501 A2	19-06-2002
			WO	0120129 A2	22-03-2001
			NO	20021279 A	29-04-2002